

Inersia

ISSN: 2086-9045

Jurnal Teknik Sipil

Artikel

*Pengaruh Serat Alami Serbuk Kayu Bawang (Protium Javanicum)
Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton
Megi Zainal, Elhusna, Muhammad Ali*

*Aplikasi Bambu Petung Bentuk Bilah Pada Struktur Rangka Kuda-Kuda
Agustin Gunawan*

*Analisa Penyediaan Rumah Pada Kelompok Masyarakat Untuk
Memenuhi Harapan Bagi Penyediaan Kebutuhan Pemukiman Di
Daerah Pusat Kota
(Studi Kasus Perumahan Ogan Permata Indah Palembang)
Fepy Supriani*

*Pengaruh Penambahan Getah Damar Batu (Agathis Alba)
Pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC)
Hardiansyah*

*Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Pada
Beberapa Sungai Besar di Provinsi Bengkulu
Gusta Gunawan*

*Penataan Ruang Kawasan Rawan Tsunami Dengan Konsep Alami (
Sabuk Hijau) Di Kawasan Pantai Kota Bengkulu
Khairul Amri*

**Fakultas Teknik
Universitas Bengkulu**

VOLUME 2, NO. 1, OKTOBER 2010
NOMOR ISSN : 2086-9045



JURNAL TEKNIK SIPIL
INERSIA

Penanggung Jawab :
Dekan Fakultas Teknik UNIB

Pemimpin Redaksi :
Elhusna, S. T., M. T

Sekretaris :
Agustin Gunawan, S. T., M. Eng

Dewan Penyunting Pelaksana:
Derry Yumico, S. T., M. T
Mukhlis Islam, S. T., M. T
Yovika Sari, A. Md

Mitra Bestari (Reviewer) Untuk Volume Ini :
Prof. Ir. H. Sarwidi, MSc., Ph. D
Dr. Ir. Abdullah, MSc
Ir. Syafrin Tiaif, Msc., Ph. D

Alamat Sekretariat Redaksi :
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu
Jln. W. R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu
Tlp.+62736-344087, 21170, Ext. 337, Fax +62736-349134
Email: inersia_unib@yahoo.com

Penerbit :
Fakultas Teknik UNIB

Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Terhadap Kualitas Air Pada Beberapa Sungai Besar di Provinsi Bengkulu

GUSTA GUNAWAN

Mahasiswa Program Doktor Teknik Sipil, Universitas Indonesia.

Email : gustagunawan@yahoo.com

Abstract

Bengkulu Province is one of the provinces that most of its land is still forest. Changes in land use in some watersheds, the forests into plantations has affected surface water quality in some major rivers. Based on the results of monitoring conducted by the Environment Agency and Bengkulu provinces compared with the PP No. 82 year 2001, some physical and chemical properties of the raw water has been classified in class two and three and even some that have been included in the fourth grade. If attempts to use the forest into plantations continues to do so will continue to surface water quality has decreased from year to year. This study aimed to determine the relationship between the decrease of forest area with increasing concentrations of TDS. This research was conducted at several major rivers in the province of Bengkulu. Approach to the calculation of changes in land use with changes in water quality is done by classifying the land into several groups, namely forest land, dry land, wetlands and land developed. Data processing was done using multiple regression equations and the calculation process carried out with the aid of computer program SPSS for Windows version 15. The independent variable was forest land, dry land, wetlands and land woke up and the dependent variable is the TDS. To determine the relationship of forest area in a watershed with an increased concentration of TDS, the rank regression analysis. Based on the results of significance test (Test f) jointly obtained the result that the change of forest land, dry, wet and woke up a significant influence on increasing the concentration of TDS. Based on the results of tests of significance (t test) partially forest land use changes, wet and dry have a significant effect on increasing the concentration of TDS. Forest area with the concentration equation is obtained $TDS = 0.275 + 0.1114 - 0.7513 \text{ Das Area}$. The conclusion is the relationship with the TDS concentration is a forest area of non-linear equation negative ranking. Each reduction of one unit of forest area will cause an increase in TDS concentration of one unit.

Keywords: Changes in land use, surface water quality, concentrations of TDS and the forest are



1. Pendahuluan

Kualitas air beberapa sungai besar di Provinsi Bengkulu dalam dasawarsa terakhir ini mengalami penurunan dari kelas satu menjadi kelas dua dan tiga. Bahkan ada beberapa dari parameter fisika dan kimia yang diukur telah masuk kepada kelas empat (Bapedalda Provinsi Bengkulu, 2007). Hal tersebut diduga sebagai akibat perubahan tata guna lahan di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) terutama beralih fungsinya lahan hutan dibagian hulu menjadi lahan perkebunan. Pertumbuhan jumlah penduduk dan ekonomi menyebabkan pemanfaatan hutan dan sumber daya yang ada dikawasan hutan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya sehari-hari (Suripin, 1998).

Pengaruh perubahan tataguna lahan suatu DAS terhadap kualitas air sungai dan sedimentasi telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu. Namun permasalahan kualitas air dan sedimentasi bersifat lokal dan tidak seragam diseluruh dunia karena tergantung pada kombinasi dari beberapa faktor yaitu hidrometeorologi, geomorfologi, topografi lahan, variabel vegetasi dan aktivitas manusia (Suripin, 1998).

Tata guna lahan pada DAS beberapa sungai besar di Provinsi Bengkulu di dominasi oleh hutan dan perkebunan. Selama rentang waktu lima tahun (1992-2007) luas hutan berkurang hampir 65% , sebaliknya luas lahan perkebunan dan pertanian bertambah hingga 50% (Bengkulu dalam angka, 2007).

Pemantauan kualitas air sungai yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Provinsi Bengkulu pada beberapa sungai besar di Provinsi Bengkulu menunjukan terjadinya penurunan kualitas air dari tahun ketahun. Beberapa parameter kimia seperti COD dan BOD mengalami penurunan, sedangkan TDS mengalami peningkatan yang sangat signifikan dari tahun ke tahun. Peningkatan konsentrasi TDS akan menyebabkan

beberapa dampak negatif terhadap ekosistem dan peningkatan biaya pengolahan air baku menjadi air bersih pada perusahaan PDAM Bengkulu. Oleh karena itu penelitian ini mencoba untuk menganalisis hubungan antara pola perubahan penggunaan lahan dengan peningkatan kandungan TDS di beberapa sungai besar di provinsi Bengkulu.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan hubungan peningkatan konsentrasi TDS di beberapa sungai besar di Provinsi Bengkulu dengan perubahan pola tata guna lahan.

2. Dasar Teori

2.1. Defenisi Daerah Aliran Sungai

Berbagai defenisi tentang Daerah Aliran Sungai (DAS) dikemukakan oleh beberapa peneliti. Mulyanto (1997) mendefenisikan DAS sebagai suatu kawasan yang mengalirkan air ke satu sungai utama.

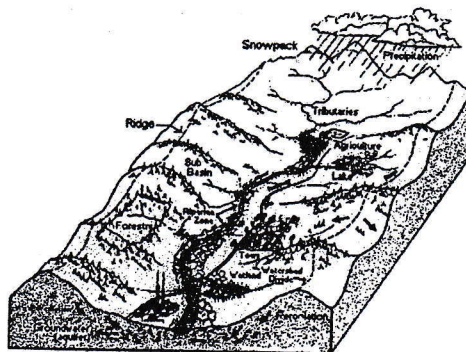
Mannan (1980) mendefenisikan DAS adalah suatu wilayah penerima air hujan yang dibatasi oleh punggung bukit atau gunung, dimana semua curah hujan yang jatuh diatasnya akan mengalir di sungai utama dan akhirnya bermuara ke laut.

Menurut kamus *Dictionary of scientific and technical term* (lapedes et.al., 1974) mendefenisikan DAS (watershed) sebagai suatu kawasan yang mengalirkan air ke satu sungai utama.

DAS menurut pasal 1 Undang-undang No. 07 tahun 2004 tentang sumber daya air adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Dengan demikian DAS (watershed) dapat didefenisikan sebagai suatu wilayah daratan yang berfungsi menampung, menyimpan,

dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan dan mengalirkannya ke suatu titik, aliran tersebut meliputi aliran permukaan (*surface water flow*) dan aliran bawah tanah (*the underground movement of water*), batasannya ditentukan oleh suatu titik geografis yang spesifik pada wilayah tersebut, apabila titik-titik tersebut digambarkan dan dihubungkan satu sama lain maka garis tersebutlah yang merupakan batas suatu DAS (*Watershed Divide*). atau sebagai pemisah topografis suatu DAS, biasanya merupakan punggung bukit.



Gambar 1. Wilayah Daerah Aliran Sungai

2.2. Hubungan Tata Guna Lahan dan Kualitas Air Sungai

Pengelompokkan tata guna lahan menurut Peta Topografi ada dua versi yaitu TNI-AD dan versi Bakorsurtanal. Menurut versi TNI-AD lahan dapat dikelompokkan menjadi lahan hutan, lahan basah, lahan kering, perairan dan lahan terbangun. Sedangkan menurut Bakorsurtanal penggunaan lahan dikelompokkan menjadi lahan hutan, sawah, perkebunan, semak belukar, tanah kosong, tegalan, perairan, rawa, bangunan dan pemukiman.

Hubungan penggunaan lahan (lahan hutan, lahan basah, lahan kering, dan lahan terbangun) dan pencemaran sungai yang terjadi dilihat dengan menggunakan regresi OLS (*ordinary least square*). Metode OLS adalah metode regresi yang berusaha meminimalkan jumlah deviasi kuadrat

dari error. Deviasi dari error adalah selisih antara nilai estimasi variable terikat dengan nilai variable terikat sesungguhnya.

Bentuk persamaan matematisnya adalah sebagai berikut (Wahyuningsih, E. 2005) :

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \varepsilon \quad (1)$$

Dimana :

Y = Variabel Akibat (*Independent Variabel*)

X₁, X₂, ..., X_k = Variabel Penyebab (*Dependent Variabel*)

β_i = Koefisien numerik.

Variable penyebab (X) dituliskan sebagai fungsi dari variable terikat (k), X₁, x₂, ..., X_k. Random error ditambahkan untuk membuat model probabilistik. Nilai dari koefisien β₁, menaksir kontribusi dari variable independent X_i, jika variabel independent (k-1) lainnya dijaga konstan, dan β₀ adalah perpotongan sumbu y. koefisien β₀, β₁, β₂, ..., β_k biasanya tidak diketahui, karena koefisien - koefisien tersebut merepresentasikan parameter populasi.

2.3. Model Perilaku Erosi DAS

Pada sebuah DAS, laju erosi tahunan pada umumnya dimodelkan secara empirik dengan *Universal Soil Loss Equation (USLE)*. Akan tetapi USLE hanya menyatakan laju erosi tahunan (E) yaitu massa sedimen yang tererosi dari sumbernya. Sedimen yang tererosi akan terpindahkan oleh aliran air melalui lereng DAS dan menuju sistem saluran. Sebagian massa sedimen akan terdeposisi (terendapkan) baik pada lereng DAS maupun sistem saluran, sehingga sedimen yang terekspor keluar dari sebuah DAS (Y) biasanya akan jauh lebih kecil dari massa sedimen yang tererosi. Perbandingan antara massa sedimen yang terekspor keluar dari suatu DAS (Y) dengan total massa sedimen yang tererosi (E) disebut sebagai *sediment delivery ratio (SDR)*, sehingga SDR dapat dinyatakan secara matematis

(Poerbandono et al, 2006; Suripin, 1998):

$$SDR = \frac{Y}{E} \dots \dots \dots (3)$$

Estimasi SDR dihubungkan secara empiric dengan luas DAS sebagai berikut:

$$SDR = \alpha A^\beta \dots \dots \dots (4)$$

dengan A = luas DAS serta α dan β sebagai konstanta-konstanta empirik yang dapat diperoleh dari persamaan regresi. Nilai α dan β bervariasi tergantung pada kondisi suatu DAS.

Hubungan SDR dengan luas suatu DAS merupakan hubungan non linier dan merupakan persamaan berpangkat. Secara grafis hubungan tersebut dapat digambarkan sebagai berikut:

Beberapa peneliti telah mencoba untuk menentukan hubungan antara SDR dengan Luas DAS, persamaan matematis yang diperoleh untuk berbagai wilayah dengan kondisi yang berbeda-beda adalah :

i). $SDR = -0,02 + 0,85 A^{-0,2}$
(Auerswald, 1992).....(5)

ii). $SDR = 0,42 \times \text{Area}^{-0,125}$ (Vanoni, 1975).....(6)

iii). $SDR = 0,417762 \times \text{Area}^{-0,134958}$
0,127097

(USDA-NRCS, 1983).....(7)

Persamaan matematis yang menyatakan hubungan antara SDR dengan luas DAS tidak pernah sama antara suatu DAS dengan DAS yang lain. Hal ini disebabkan oleh faktor yang spesifik dan bersifat lokal dari suatu wilayah DAS tersebut. faktor tersebut seperti curah hujan, kemiringan lereng dan aktivitas manusia.

3. Metodologi

3.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder yang diperoleh dari berbagai dinas dan instansi terkait.

3.1.1. Data sekunder yang dibutuhkan adalah :

- Luas wilayah hutan dari tahun 1992-2007
- Hasil pemantauan kualitas air dari tahun 1992 - 2007
- Peta tata guna tanah dan lahan dari tahun 1992 – 2007

3.1.2. Data Primer yaitu hasil pengukuran konsentrasi TDS pada beberapa sungai besar di Provinsi Bengkulu.

3.2. Metoda Pengambilan dan Pengolahan Sampel Air

Metoda pengambilan data untuk air dilakukan dengan pengambilan sampel sesaat (*grab sampel*) di lapangan dan analisis sampling di lakukan di laboratorium. Pengambilan volume sampel langsung dari badan air yang akan diteliti.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan botol terbuat dari plastik dengan alat otomatis (*grab water sampler*) tipe Casella". Volume air yang diambil untuk pemeriksaan sifat fisik dan kimia adalah sebanyak 2.000 ml untuk masing-masing lokasi.

3.3. Metoda pengolahan data

3.3.1. Pengelompokkan Tata Guna Lahan

Pengelompokkan lahan dilakukan berdasarkan jenis penutup lahan dengan pembagian kelompok sebagai berikut:

- Kelompok I : Lahan hutan yang terdiri dari hutan hujan tropis.
- Kelompok II : Lahan basah yang terdiri dari sawah, perairan (danau, empang, dll), dan rawa.
- Kelompok III : Lahan Kering yang terdiri dari perkebunan, ladang, tegalan, tanah kosong, dan semak belukar.
- Kelompok IV : Lahan terbangun yang terdiri dari bangunan dan pemukiman.

Berdasarkan pengelompokan tersebut dilakukan analisis regresi linier berganda. Variabel penyebab atau bebas

(*independent variabels*) adalah luas lahan hutan, basah, kering dan terbangun. Variabel akibat atau terikat (*dependent variabel*) adalah konsentrasi TDS. Untuk menentukan korelasi antara pola penggunaan lahan dengan peningkatan konsentrasi TDS maka dilakukan uji F secara bersama-sama. Dengan hipotesis sebagai berikut : Jika $p\text{-value} < 0,01$; maka tolak H_0 , artinya perubahan luas tata guna lahan (hutan, lahan basah, lahan kering dan lahan terbangun) signifikan berpengaruh terhadap perubahan konsentrasi zat padat tersuspensi. Jika tidak maka yang berlaku sebaliknya.

Untuk menentukan pola perubahan penggunaan lahan yang paling mempengaruhi peningkatan konsentrasi TDS maka dilakukan Uji t secara parsial. Hipotesis yang digunakan adalah : Jika $\text{Sig } T < \alpha$, maka tolak H_0 sedangkan jika $\text{Sig } T > \alpha$, maka H_0 terima.

3.3.2. Linierisasi Fungsi yang Tidak Linier

Hubungan antara perubahan tata guna lahan dengan peningkatan konsentrasi polutan (TDS) dinyatakan oleh persamaan berikut (Poerbandono et al, 2006; Suripin, 1998):

$$SDR = \alpha A^\beta \dots\dots\dots(7)$$

Jika SDR dinyatakan dengan y, Luas DAS dinyatakan dengan x, $\alpha = a$ dan $\beta = b$ maka persamaannya dapat dinyatakan dengan

$$y = a x^b \dots\dots\dots(8)$$

Agar persamaan tersebut dapat diselesaikan dengan regresi linier maka dilakukan linierisasi persamaan non linier.

Persamaan tersebut dapat dilinier-kan dengan menggunakan fungsi logaritmik sehingga didapat:

$$\log y = b \log x + \log a \dots\dots\dots(9)$$

yang merupakan hubungan log-log antara $\log y$ dan $\log x$. Persamaan tersebut mempunyai bentuk garis lurus

dengan kemiringan b dan memotong sumbu $\log y$ pada $\log a$. Penyelesaian persamaan tersebut dengan regresi linier dilakukan dengan transformasi log. Transformasi dengan menggunakan fungsi log, sehingga:

$$\log y = \log a x^b \rightarrow$$

$$\log y = \log a + b \log x \dots\dots\dots(10)$$

Dilakukan transformasi berikut:

$$p = \log y \qquad B = b$$

$$A = \log a \qquad q = \log x$$

Sehingga persamaan diatas dapat ditulis dalam bentuk:

$$\bar{p} = A + B \bar{q} \dots\dots\dots(11)$$

$$\bar{q} = \frac{\sum \log x_i}{n} \dots\dots\dots(12)$$

$$\bar{p} = \frac{\sum \log y_i}{n} \dots\dots\dots(13)$$

$$B = \frac{n \sum q_i p_i - \sum q_i \sum p_i}{n \sum q_i^2 - (\sum q_i)^2} \dots\dots\dots(14)$$

$$A = \bar{p} - B \bar{q} \dots\dots\dots(15)$$

Dimana :

\bar{p} = Konsentrasi TDS

$\bar{q} = \frac{\sum \log x_i}{n}$ = Luas DAS

A, B = Koefisien

4. Hasil dan pembahasan

Hasil uji model regresi berganda antara tata guna lahan (hutan, lahan basah, lahan kering dan lahan terbangun) dengan parameter TDS secara bersama-sama diperoleh hasil uji F hitung keluaran SPSS lebih besar dari nilai F tabel. artinya perubahan luas tata guna lahan (hutan, lahan basah, lahan kering dan lahan terbangun) signifikan berpengaruh terhadap perubahan konsentrasi TDS. Dengan

melihat probabilitas (Sig) yang lebih kecil dari taraf signifikasni ($0,001 < 0,01$), dapat disimpulkan bahwa persamaan yang diajukan dapat diterima.

Untuk melihat perubahan tata guna lahan yang mana yang paling mempengaruhi perubahan konsentrasi TDS maka dilakukan Uji t secara parsial. Dari uji t secara parsial didapat gambaran bahwa perubahan tata guna lahan lahan yang paling signifikan berpengaruh terhadap perubahan konsentrasi TDS adalah konversi lahan hutan menjadi lahan kering. Penurunan satu satuan luas lahan hutan menjadi lahan kering akan mengakibatkan kenaikan satu satuan konsentrasi TDS, begitu sebaliknya penambahan satu satuan luas lahan hutan akan mengakibatkan terjadinya penurunan satu satuan konsentrasi TDS.

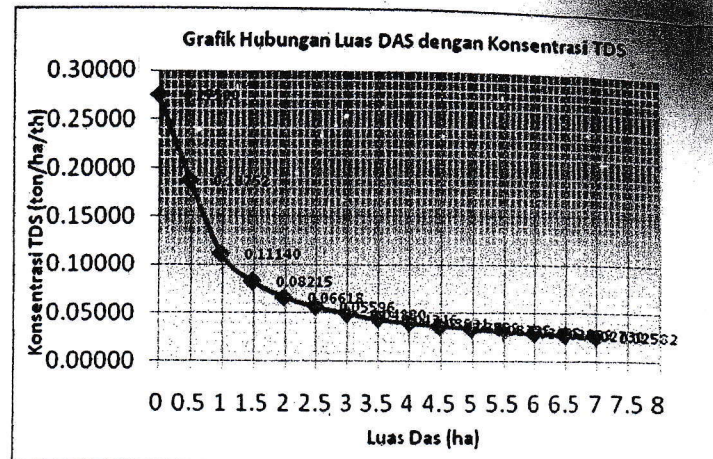
Hubungan antara konsentrasi TDS dengan luas DAS diperoleh dengan menyelesaikan persamaan regresi berpangkat dengan cara melakukan linierisasi persamaan berpangkat. Hasil perhitungan dengan regresi linier diperoleh persamaan transformasi antara hubungan konsentrasi TDS dengan luas hutan pada beberapa sungai besar di provinsi Bengkulu adalah :

$$TDS = 0,953 - 0,751 \text{ Luas DAS}$$

Dari persamaan transformasi tersebut ditentukan Persamaan non linier (berpangkat) antara konsentrasi TDS dengan luas DAS dan diperoleh persamaannya sebagai berikut:

$$TDS = 0,2750 + 0,1114 \text{ Luas DAS}^{-0,7513}$$

Dengan memasukkan data luas DAS dan konsentrasi TDS kedalam persamaan diatas maka akan diperoleh grafik hubungan antara TDS dengan luas DAS sebagai berikut:



Dari grafik dan persamaan diatas didapat gambaran bahwa hubungan konsentrasi TDS pada beberapa sungai besar di provinsi Bengkulu berbanding terbalik dengan luas hutan yang ada pada DAS. Perubahan lahan dari hutan menjadi lahan kering akan menyebabkan konsentrasi TDS meningkat sesuai dengan persamaan diatas.

5. Kesimpulan

Hubungan antara konsentrasi TDS dengan luas DAS diperoleh persamaan berpangkat. Hasil perhitungan dengan regresi linier menghasilkan persamaan transformasi antara hubungan konsentrasi TDS dengan luas hutan pada beberapa sungai besar di provinsi Bengkulu adalah :

$$TDS = 0,953 - 0,751 \text{ Luas DAS}$$

Persamaan non linier (berpangkat) antara konsentrasi TDS dengan luas DAS diperoleh persamaannya

$$TDS = 0,2750 + 0,1114 \text{ Luas DAS}^{-0,7513}$$

6. Daftar Pustaka

- Asdak, Chay. (1995). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Asdak, S. (1989). Konservasi Tanah dan Air. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Auerswald, K. (1992). *Predicted and Measured Sediment Loads of Large Watersheds in Bavaria.*

- 5th international Symposium on River Sedimentation, Karlsruhe.
- d. Badan Pusat Statistik. (2007). Bengkulu Dalam Angka 2007, Bengkulu.
 - e. Bapedalda Provinsi Bengkulu. (2007). Pemantauan Kualitas Air Sungai, Bengkulu.
 - f. Bertine, K.K. dan Goldberg, E.D. (1971). *Fossil Fuel Combustion and the Major Sedimentary Cycle*. Science 173:233
 - g. Direktorat sungai, Ditjen Pengairan. (1990). Program Pembinaan Daerah Pantai. Jakarta
 - h. Fardiaz, S, (1992). Polusi Air dan Udara, ISBN 979-413-770-7, Kanisius, Yogyakarta
 - i. Manan, S. (1977). Pengaruh Hutan dan Manajemen DAS. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
 - j. Mulyanto, H. R. (2007). Fungsi Sungai dan Sifat-sifatnya. Graha Ilmu, Yogyakarta.
 - k. Mun, RE (ed). (1978). *Environmental Impact Assesment, Principles and Procedure*, United Nation Environmental Programm (UNEP), Environmental Canada and Unesco, Toronto Canada
 - l. Poerbandono, dkk (2006). Evaluasi Perubahan Perilaku Erosi Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu dengan Pemodelan Spasial, Jurnal Infrastruktur dan Lingkungan Binaan, Bandung.
 - m. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkotaan dan Lingkungan Hidup DKI. Jakarta. (1988). Keputusan Gubernur Kepala Daerah DKI Jakarta Tentang Baku Mutu Air Sungai dan Air Limbah Industri.
 - n. Sekretariat Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup (2001), Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Jakarta.
 - o. Sekretariat Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. (1988). Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor Kep-02/MENKLH/I/1988 tentang Baku Mutu Air.
 - p. Suripin. (1998). *The effect of Land Use alteration and Soil Conservation Measures on Sediment Yield with Reference to Reservoirs in Tropical Areas*, Ph.D. Disertation University of Innsbruck, Austria.
 - q. U.S. Army Corps of Engineers. (1998), *HEC-6 Scour and Deposition in Rivers and Reservoirs User's Manual, Version 4.1. Hydrologic Engineering Center, Davis, California*.
 - r. USDA-NRCS. (1983). *Sediment sources, yields, and delivery ratios. National Engineering Handbook, Section 3, Sedimentation*. U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
 - s. Varoni, V.A. (1975). *Sedimentation engineering 54. ASCE manuals and reports on engineering practices*. ASCE, Reston, VA
 - t. Wahyuningsih. E. (2005). Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Daerah Aliran Sungai Ciliwung Terhadap Kualitas Air Sungai Ciliwung, Tesis Pasca Sarjana Universitas Indonesia, Jakarta.
 - u. Wischmeier, W. H., and Smith D.D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses- A Guide to Conservation Planning*. USDA Agriculture Handbook No. 537. USA.